



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 103 15 415.9

**Anmeldetag:** 04. April 2003

**Anmelder/Inhaber:** MAHLE GmbH,  
Stuttgart/DE

**Bezeichnung:** Verfahren zur Herstellung von Kolben mit  
Muldenrandbewehrung für Verbrennungs-  
motoren

**IPC:** B 23 P, F 02 F

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-  
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 28. August 2003  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
**Der Präsident**  
Im Auftrag

Stremme

## **Verfahren zur Herstellung von Kolben mit Muldenrandbewehrung für Verbrennungsmotoren**

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von Kolben mit Muldenrandbewehrung für Verbrennungsmotoren, bei dem ein gegenüber einem geschmiedeten Kolbenrohling mit Verbrennungsmulde warmfesterer Bewehrungsring im Bereich des Muldenrands mit dem Kolbenrohling verbunden wird.

Zur Leistungssteigerung moderner Verbrennungsmotoren, insbesondere Dieselmotoren, werden die Kompressionsdrücke und damit die Temperaturen im Brennraum stetig erhöht. Die Folge dieser Maßnahme ist, dass nach einem Motorlauf in Abhängigkeit von der erreichten Betriebstemperatur an den mit Verbrennungsmulde versehenen Stahlkolben oder aus Stahl bestehenden Kolbenböden Verzunderung feststellbar ist, die insbesondere am Muldenrand auftritt. Diese Verzunderung kann zur Anrissbildung und damit zum Ausfall des Bauteils führen. Kritisch sind ebenso die Materialabtragungen am Kolbenboden entlang der Kraftstoff-Einspritzstrahlen, die einen Schutz gegen den Verschleiß durch Erosion erforderlich machen. Bekannte Lösungen zur Verbesserung dieser Situation sind beispielsweise das Beschichten des fertigen Kolbens im Muldenrandbereich mit einer zunderbeständigen Schicht mittels Plasmaspritzen oder das Auftragsschweißen von zunderbeständigeren Werkstoffen am vorbearbeiteten Kolben.

Aus der JP-A 63256287 ist die Herstellung eines aus Aluminium bestehenden Kolbens bekannt, bei dem zur Bewehrung des Muldenrandes ein aus einer wärmebeständigeren Aluminiumlegierung bestehender trapezförmiger Ring in eine kegelstumpfförmig gestaltete Verbrennungsmulde eingesetzt und durch Druck-Reibschweißen mit dem Kolben verbunden wird. Die geometrische Gestaltung von Ring und Verbrennungsmulde bewirkt jedoch, dass das beim Reibschweißen erhitzte Material an der Trennfuge nur in Richtung Kolbenboden entweichen kann und dort den typischen Schweißgrat bildet, da das in Richtung Boden der Verbrennungsmulde

fließende Material dort infolge der endlichen Ausdehnung der Stirnfläche des Ringes nicht austreten kann. Die Folge ist eine unzureichende Gefügeverbindung, die durch Lufteinschlüsse bzw. Lunkerbildung charakterisiert ist.

Eine die vorgenannten Nachteile umgehende Lösung ist aus der DD 260 844 A3 bekannt, in der ein Verfahren zur formschlüssigen Verbindung eines konisch geformten Armierungsrings und eines Eisenkolbens beschrieben wird. Der warmfeste Armierungsring weist einen wulstförmigen Ringflansch auf und wird mittels Reibschweißen mit dem Eisenkolben derart verbunden, dass das fließfähig erhitzte Kolbenmaterial die wulstförmige Kontur des Ringflansches umgibt und somit eine Verbindung zwischen Kolben und Armierungsring hergestellt wird. Nachteilig ist jedoch, dass die Ring-Kolbenverbindung im Wesentlichen nur über die Wulstfläche des Ringflansches hergestellt ist und eine Entfernung des Schweißgrates durch beispielsweise eine spanabhebende Bearbeitung der wulstförmige Ringflansch zerstört würde und damit im Wesentlichen die Festigkeit der Ring-Kolbenverbindung nicht mehr gewährleistet ist.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein gegenüber dem bekannten Stand der Technik effektiveres Verfahren zur Herstellung einer Muldenrandarmierung für Kolben eines Verbrennungsmotors anzugeben.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst.

Durch das erfindungsgemäße Verfahren ist gewährleistet, dass sich eine lunkerfreie sowie schlackenfreie metallische Bindung nach dem Reibschweißen am Kolbenrohling einstellt. Außerdem ist die Zugänglichkeit zur Entfernung des durch das Reibschweißen entstandenen Grates an beiden Seiten der Verbindungsnaht ohne Schwierigkeiten möglich.

Vorteilhafte Weiterbildungen sind Gegenstand der Unteransprüche. Die Erfindung wird im Folgenden anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert.

Es zeigt die

Fig. 1A - D schematisch den Ablauf des erfindungsgemäßen Herstellungsverfahrens und die  
Fig. 2 einen endbearbeiteten Kolben gemäß dem Herstellungsverfahren.

In einen geschmiedeten Kolbenrohling 1 aus Vergütungsstahl, wie beispielsweise 42CrMo4, der eine konische sich nach radial außen vergrößernde Verbrennungsmulde 9 aufweist, wird ein Bewehrungsring 3 mit einem gegenüber dem Kolbenwerkstoff oxidationsbeständigeren Werkstoff, wie beispielsweise X45CrSi93, in den Randbereich 7 der Verbrennungsmulde eingesetzt und mittels Reibschweißen mit dem Kolbenrohling verbunden. Die Stirnfläche 4 bzw. die spiegelsymmetrische Stirnfläche 4' des Bewehrungsringes 3 sind analog konisch ausgeführt wie der Muldenrandbereich 7 des Kolbenrohlings, wobei sich gezeigt hat, dass in einem Bereich eines Steigungswinkels  $\alpha$  von 25 bis 50 Grad die optimalsten Reibschweißergebnisse erzielt werden können.

Das Reibschweißen selbst erfolgt ausschließlich über die Stirnfläche 4 oder 4' des Bewehrungsringes, wobei der durch das Schweißen entstehende Grat 6' ungehindert beidseitig an den Endstellen der Schweißnaht austreten kann. Der Bewehrungsring ist in seiner Höhe derart ausgeführt, dass er nach dem Reibschweißen einen Überstand 6 aufweist.

Ein zweiter Kolbenrohling 2, der analog wie der Kolbenrohling 1 ausgeführt ist, wird mit seinem Muldenrandbereich 7' auf die Stirnfläche 4' des Bewehrungsringes 3 aufgesetzt und anschließend unter Vermeidung einer Berührung der Kolbenböden 5 bzw. 5' reibgeschweißt. Es bedarf für den Fachmann keine Erklärung, dass für das Reibschweißen jeweils ein zu verschweißendes Kolbenteil fixiert und das andere unter einem Anpressdruck gedreht wird.

Nach dem Verbinden beider Kolbenrohlinge 1 und 2 mit dem Bewehrungsring 3 durch Reibschweißen wird der Bewehrungsring 3 in einer zwischen den Kolben befindlichen Trennebene TR durchtrennt und die vereinzelt Kolbenrohlinge 1 und 2 mit der Muldenrandbewehrung 8 mittels eines spanabhebenden Bearbeitungsverfahrens endbearbeitet, wie in Fig. 2 dargestellt, wobei die Anwendung des Verfahrens nicht auf den in der Fig. 2 dargestellten Kolbentyp beschränkt ist.

## Bezugszeichen

Erster geschmiedeter Kolbenrohling	1
Zweiter geschmiedeter Kolbenrohling	2
Bewehrungsring	3
Stirnflächen des Bewehrungsringes	4, 4'
Kolbenboden, erster Kolbenrohling	5
Kolbenboden, zweiter Kolbenrohling	5'
Überstand	6
Schweißgrat	6'
Muldenrandbereich des ersten Kolbenrohlings	7
Muldenrandbereich des zweiten Kolbenrohlings	7'
Muldenrandbewehrung	8
Verbrennungsmulde	9
Endbearbeiteter Kolben für einen Verbrennungsmotor	10
Trennebene	$T_E$
Bearbeitungsgrenze	$TR_1, TR_2$

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von Kolben (10) mit Muldenrandbewehrung (8) für Verbrennungsmotoren, bei dem ein gegenüber einem geschmiedeten Kolbenrohling mit Verbrennungsmulde (9) warmfesterer Bewehrungsring (3) im Bereich des Muldenrands (7) mit dem Kolbenrohling verbunden wird,  
**gekennzeichnet durch** die Schritte:
  - Aufsetzen des Bewehrungsringes (3) mit einem gegenüber einem ersten Kolbenrohling (1) aufweisenden Überstand (6) im Bereich des Muldenrandes;
  - Verbinden des Bewehrungsringes (3) mit dem ersten Kolbenrohling (1) im Bereich des Muldenrands mittels Reibschweißen;
  - Aufsetzen eines zweiten Kolbenrohlings (2) an dem Überstand (4) des Bewehrungsringes (3) derart, dass sich beide Kolbenrohlinge nicht berühren;
  - Verbinden des zweiten Kolbenrohlings (2) mit dem Bewehrungsring (3) im Bereich des Muldenrands (7') mittels Reibschweißen;
  - Durchtrennen des Bewehrungsringes zwischen den Kolbenrohlingen (2, 3); und
  - Endformgebung der Kolben (1, 2) durch spanabhebende Bearbeitung.
2. Verfahren zur Herstellung von Kolben mit Muldenrandbewehrung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Bewehrungsring (3) mit jeweils einer seiner Stirnflächen (4, 4') auf den Muldenrandbereich (7, 7') eines der Kolbenrohlinge (1, 2) aufgesetzt und ausschließlich mit dieser mit dem jeweiligen Kolbenrohling durch Reibschweißen verbunden wird.
3. Verfahren zur Herstellung von Kolben mit Muldenrandbewehrung nach Anspruch 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Muldenrandbereich (7, 7') der geschmiedeten Kolbenrohlinge (1, 2) in Bezug zum Kolbendurchmesser bevorzugt konisch mit einer nach radial außen zunehmenden Steigung versehen wird.
4. Verfahren zur Herstellung von Kolben mit Muldenrandbewehrung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Stirnseiten des Bewehrungsringes (3) zueinander spiegelsymmetrisch konisch ausgeführt sind und die gleiche Steigung analog des Muldenrandbereiches der Kolbenrohlinge (1, 2) aufweisen.

5. Verfahren zur Herstellung von Kolben mit Muldenrandbewehrung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steigung einen Winkelbereich von 25 bis 50 Grad umfasst.
6. Verfahren zur Herstellung von Kolben mit Muldenrandbewehrung nach den Ansprüchen 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass der durch die Endformgebung erzeugte Kolbenboden (5) mindestens teilweise durch eine der Stirnflächen des Bewehrungsringes gebildet wird.

## Zusammenfassung

Bei einem Verfahren zur Herstellung von Kolben (10) mit Muldenrandbewehrung (8) für Verbrennungsmotoren, bei dem ein gegenüber einem geschmiedeten Kolbenrohling mit Verbrennungsmulde (9) warmfesterer Bewehrungsring (3) im Bereich des Muldenrands (7) mit dem Kolbenrohling verbunden wird, soll eine gegenüber dem Stand der Technik einfachere und schnellere Herstellung durch folgende Schritte erreicht werden:

- Aufsetzen des Bewehrungsringes (3) mit einem gegenüber einem ersten Kolbenrohling (1) aufweisenden Überstand (6) im Bereich des Muldenrandes;
- Verbinden des Bewehrungsringes (3) mit dem ersten Kolbenrohling (1) im Bereich des Muldenrands mittels Reibschweißen;
- Aufsetzen eines zweiten Kolbenrohlings (2) an dem Überstand (4) des Bewehrungsringes (3) derart, dass sich beide Kolbenrohlinge nicht berühren;
- Verbinden des zweiten Kolbenrohlings (2) mit dem Bewehrungsring (3) im Bereich des Muldenrands (7') mittels Reibschweißen;
- Durchtrennen des Bewehrungsringes zwischen den Kolbenrohlingen (2, 3); und
- Endformgebung der Kolben (1, 2) durch spanabhebende Bearbeitung.

Fig. 1D soll veröffentlicht werden.



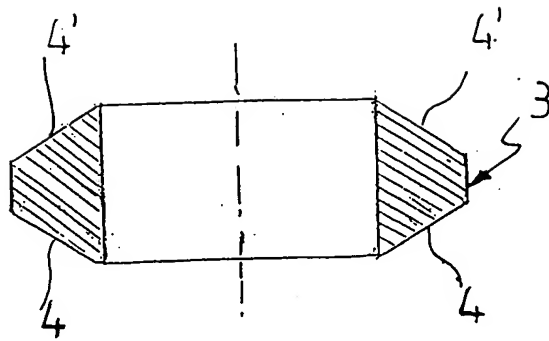


FIG 1A

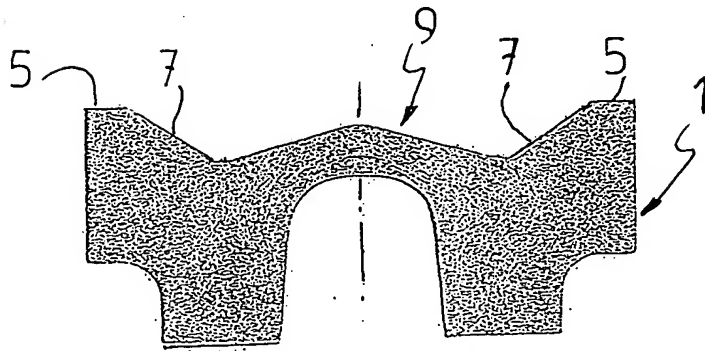


FIG B

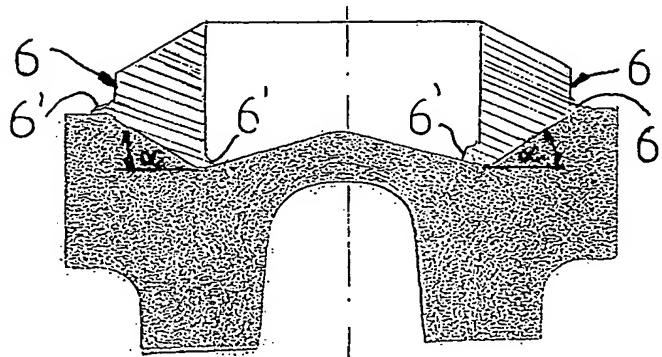


FIG C

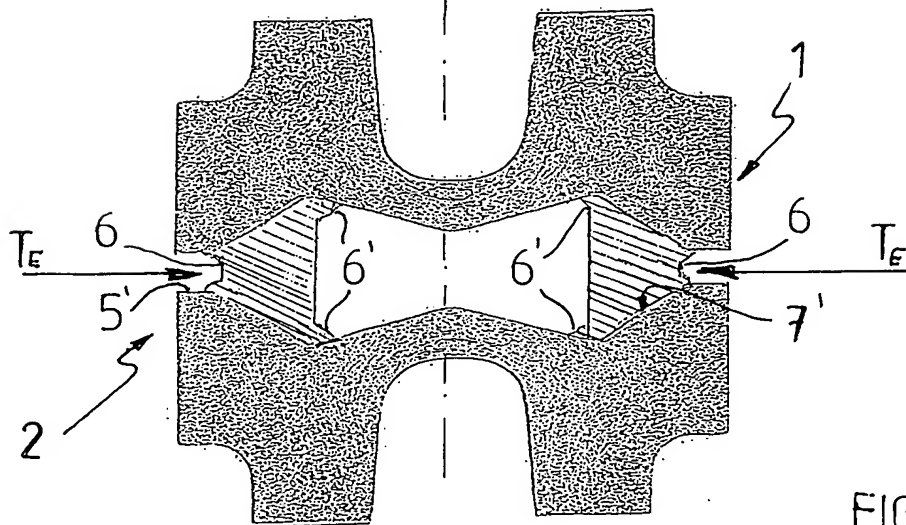


FIG D

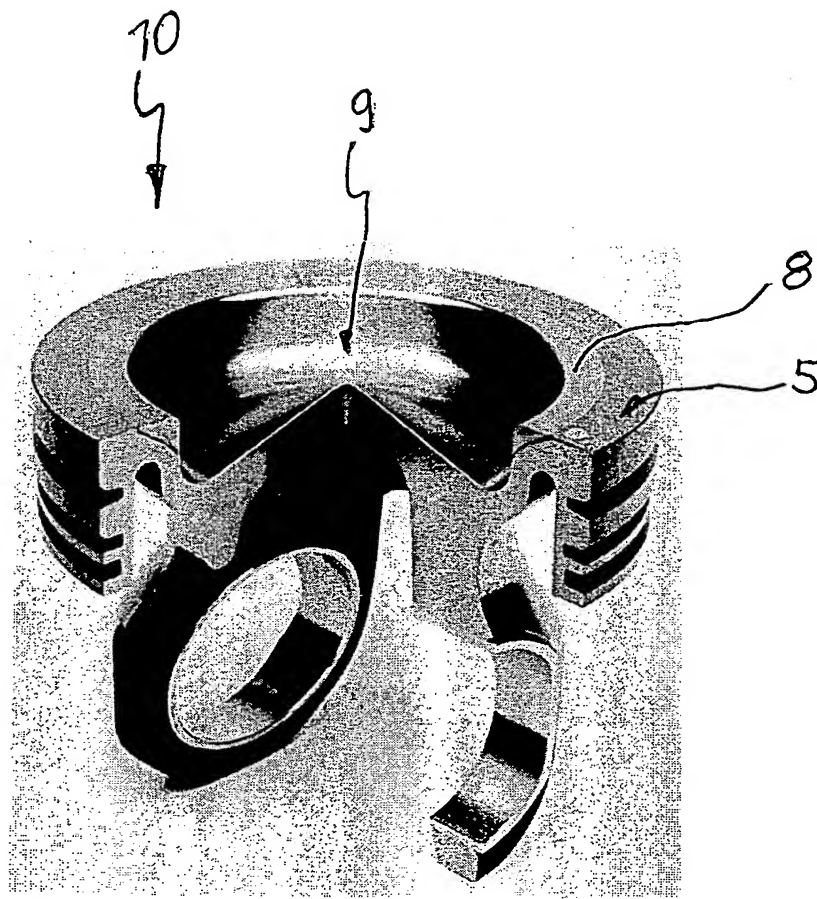


FIG. 2